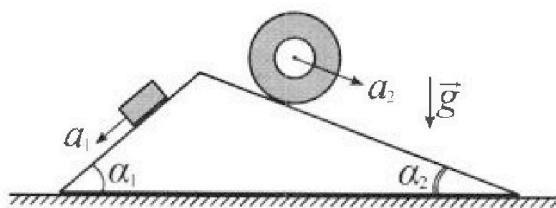


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числом в знаменателе коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

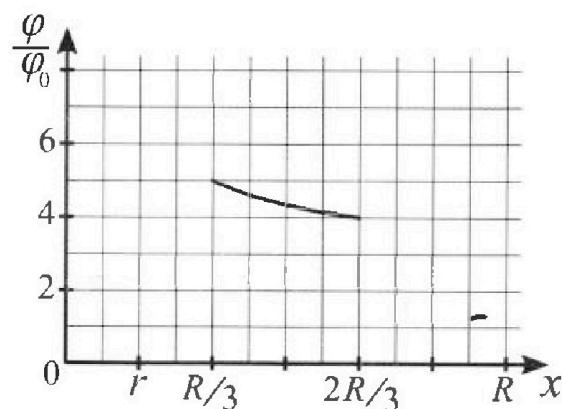
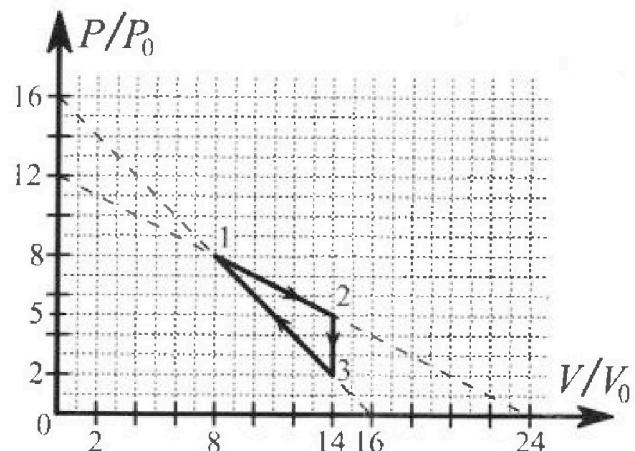
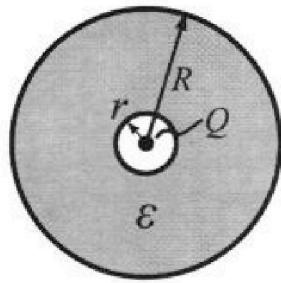
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

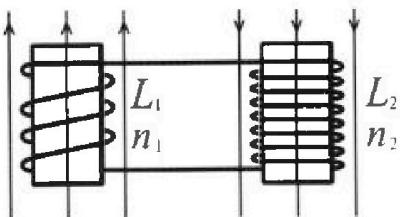


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

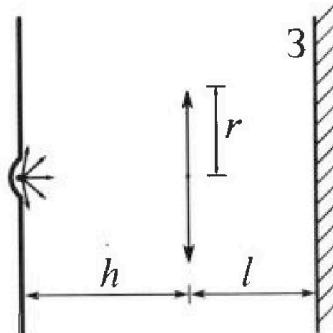
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет из меняться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $y\pi$, где y - целое число или простая обыкновенная дробь.

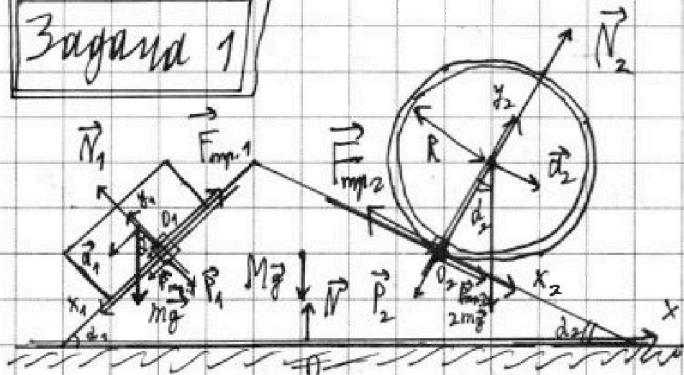


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1



($\vec{F}_{mp,1}$, действующую на кин, не указывает, так как не знаем её направление)

По II закону Ньютона в ИСО Земли:

$$\left\{ \begin{array}{l} mg + \vec{N}_1 + \vec{F}_{mp,1} = m\vec{a}_1 \text{ (движок)} \\ 2mg + \vec{N}_2 + \vec{F}_{mp,2} = 2m\vec{a}_2 \text{ (кин) (1)} \end{array} \right.$$

$$2mg + \vec{N}_2 + \vec{F}_{mp,2} = 2m\vec{a}_2 \text{ (кин) (2)}$$

$$Mg + \vec{N} + \vec{F}_{mp} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_{mp,1} + \vec{P}_{mp,2} = \vec{0} \text{ (кин) (3)}$$

Преизменнируем (1,2): центр тяжести подошвы кинета расположена в его центре.

Для кинета центр тяжести подошвы кинета имеет такое ускорение,

что оно как будто доехало к нему сама.

Для подошвы кинета момент импульса равен $I = 2m \cdot R$.

Поскольку существенная сила, действующая на кинета, неизвестна, то неизвестна и $\vec{F}_{mp,2}$.

$\vec{F}_{mp,2}$: её момент силы $M_{mp,2} = \vec{F}_{mp,2} \cdot R = I \cdot w' \Leftrightarrow$

\Leftrightarrow макс как $v_{sp} = v_{nom}$. У кинета, то $w' = \frac{v_2}{R} \Rightarrow \vec{F}_{mp,2} =$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$= 8m \cdot \frac{1}{2} \cdot d_2 \quad \cancel{\text{F}_{\text{mp},2} \cdot \sin(d_2)} = 8m \frac{d_2}{2} =$$

$$(1) \text{ б) проекциях на ось } O_1X_1: mg \sin(d_1) - F_{\text{mp},1} = m a_1, \Leftrightarrow F_{\text{mp},1} = m(g \sin(d_1) - a_1) = m\left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{13}\right) = m g \left(\frac{39-30}{65}\right) = \boxed{\frac{9}{65} mg} \text{ (ответ на пункт 1)}$$

$$(1) \text{ б) проекциях на ось } O_1y_1: -mg \cos(d_1) + N_1 = 0 \Leftrightarrow N_1 = mg \cdot \frac{4}{5} = \frac{4mg}{5}$$

$$(3) \text{ б) проекциях на ось } O_2x: -P_{\text{mp},1} \cos(d_2) + P_{\text{mp},1} \sin(d_1) - P_{\text{mp},2} \sin(d_2) + P_{\text{mp},2} \cos(d_2) + F_{\text{mp},x} = 0$$

III^{го} III ~~закона~~ Ньютона:

$$\begin{cases} \vec{P}_1 = -\vec{N}_1 \Rightarrow (\text{б) проекциях на } O_1y_1) P_1 = m N_1 \\ \vec{P}_{\text{mp},1} = -\vec{F}_{\text{mp},1} \Rightarrow (\text{б) проекциях на } O_1X_1) P_{\text{mp},1} = m F_{\text{mp},1} \\ \vec{P}_2 = -\vec{N}_2 \Rightarrow (\text{б) проекциях на } O_2y_2) P_2 = m N_2 \\ \vec{P}_{\text{mp},2} = -\vec{F}_{\text{mp},2} \Rightarrow (\text{б) проекциях на } O_2x_2) P_{\text{mp},2} = m F_{\text{mp},2} \end{cases}$$

$$\text{Запишем: } -F_{\text{mp},1} \cdot \frac{4}{5} + N_1 \cdot \frac{3}{5} - N_2 \cdot \frac{5}{13} + P_{\text{mp},2} \cdot \frac{12}{13} + F_{\text{mp},x} = 0 \quad \cancel{(3,1)}$$

Но процесс международного туризма в какой-то
~~его центре~~ максимум.

максимум ~~всем~~ скорости v . Длительность
время dt (малое время). За это время:

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) неподвижная сила трения $F_{\text{тр.2}} \rightarrow$ совершает работу $A = -F_{\text{тр.2}} \cdot v dt$;

2) центр масс цилиндра опускается на $v dt \cdot \sin(d_2)$ $\Rightarrow \Delta E_n = -2mgv \sin(d_2)dt$;

3) скорость центра масс увеличилась на $dv \Rightarrow$
 \Rightarrow кинетическая скорость цилиндра тоже
 увеличилась на dv (так как $v_{\text{ср.}} = v_{\text{ном.}}$ у
 цилиндра) $\Rightarrow \Delta E_{\text{k.nom.}} = -\frac{1}{2}m \cdot v^2 + \frac{1}{2}m \cdot (v+dv)^2$
 $\approx -mv^2 + (mv^2 + 2mdv + m(dv)^2) \approx 2mdv$ и
 $\Delta E_{\text{k.vр.}} = \frac{1}{2}Iw_1^2 - \frac{1}{2}Iw_0^2 = \frac{1}{2}m \cdot R^2 \left(\left(\frac{v+dv}{R} \right)^2 - \left(\frac{v}{R} \right)^2 \right) \approx 2mdv$.
 Но ЗСТ: $\Delta E_{\text{k.nom.}} + \Delta E_{\text{k.vр.}} + \Delta E_n = A \Leftrightarrow 4mdv -$
 $-2mg \sin(d_2) dt = -F_{\text{тр.2}} dt \Leftrightarrow F_{\text{тр.2}} = 2mg \sin(d_2) -$
 $-4md_2 = 2m \left(g \cdot \frac{5}{13} - \frac{g}{4} \right) =$
 Для цилиндра тоже применим II закон Ньютона;
 все найдено



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2

Продолжим изучение графика $\frac{P}{P_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$ из условия:

I) про I) процесс 1 → 2.

Данный процесс - часть прямой $y = k_1 x + b_1$, $\frac{P}{P_0} = k_1 \frac{V}{V_0} + b_1$.

Зная координаты состояний 1 и 2, находим:

$$\begin{cases} 8 = 8k_1 + b_1 \text{ (состояние 1)} \\ 5 = 14k_1 + b_1 \text{ (состояние 2)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = -\frac{1}{6} \\ b_1 = -0,5 \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = -\frac{1}{6} \frac{V}{V_0} + 12.$$

Изм., в процессе 1 → 2: $\frac{P}{P_0} = -\frac{1}{6} \frac{V}{V_0} + 12$, при $\frac{V}{V_0} \in [8; 14]$ и V/V_0 возрастает.

II) процесс 2 → 3.

Данный процесс является изогоризонтическим (так как в

ней $\frac{V}{V_0} = 14 = \text{const} \Leftrightarrow V = 14V_0 = \text{const}$), при этом $\frac{P}{P_0} \in [2; 5]$ и $\frac{P}{P_0}$ убывает.

III) процесс 3 → 1

Данный процесс - часть прямой $\frac{P}{P_0} = k_3 \cdot \frac{V}{V_0} + b_3$. Зная координаты состояний 3 и 1, находим:

$$\begin{cases} 2 = 14k_3 + b_3 \\ 8 = 8k_3 + b_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_3 = -\frac{1}{6} \\ b_3 = 2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = -\frac{1}{6} \frac{V}{V_0} + 16.$$

Изм., в процессе 3 → 1: $\frac{P}{P_0} = -\frac{1}{6} \frac{V}{V_0} + 16$, при этом $\frac{V}{V_0} \in [8; 14]$ и V/V_0 убывает.

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Пусть T_1, T_2 и T_3 - температуры газа в состояниях 1, 2 и 3 соответственно; V - количество этого газа.

По закону Менделеева - Капеллона:

$$8p_0 \cdot 8V_0 = \nu RT_1 \text{ (составление 1)} \Leftrightarrow T_1 = \frac{64p_0 V_0}{\nu R}$$

$$5p_0 \cdot 14V_0 = \nu RT_2 \text{ (составление 2)} \Leftrightarrow T_2 = \frac{70p_0 V_0}{\nu R}$$

$$2p_0 \cdot 14V_0 = \nu RT_3 \text{ (составление 3)} \Leftrightarrow T_3 = \frac{28p_0 V_0}{\nu R}$$

В процессе 1 → 2 выберем точку ~~$(\frac{p_4}{p_0}, \frac{V_4}{V_0})$~~ $\left(\frac{V_4}{V_0}; \frac{P_4}{P_0}\right)$.

Во - первых, $\frac{P_4}{P_0} = -\frac{V_4}{2V_0} + 12$. Во - вторых, $\frac{V_4}{V_0} \in [8, 14]$.

В - третьих, по закону Менделеева - Капеллона:

$$\begin{aligned} p_4 V_4 &= \nu R T_4 \text{ (составление 4 в процессе } 1 \rightarrow 2) \Leftrightarrow T_4 = \frac{p_4 V_4}{\nu R} = \\ &= \frac{p_0 \left(-\frac{V_4}{2V_0} + 12 \right) \cdot V_4}{\nu R} = \frac{p_0}{\nu R} \left(-V_4^2 + 24V_4 \right). \end{aligned}$$

Если возвести производную от T_4 по V_4 , то получим:

$$T_4' = -\frac{p_0}{2\nu R V_0} (-2V_4 + 24V_0) = -\frac{p_0}{\nu R V_0} (V_4 - 12V_0)$$

$$\begin{aligned} T_4'(V_4) &\xrightarrow{\substack{8V_0 + \max - 14V_0 \\ \oplus \quad \nearrow 12V_0 \nearrow}} V_4 & \text{Как видим, } \star \text{ максимальная} \\ T_4(V_4) & \end{aligned}$$

температура в процессе 1-2 равна

$$T_4(12V_0) = -\frac{p_0}{2\nu R V_0} \left(-144V_0^2 + 288V_0^2 \right) = \frac{72p_0 V_0}{\nu R} = T_{\max, 1 \rightarrow 2}.$$

$$\text{Максимальный, } \frac{T_{\max, 1 \rightarrow 2}}{T_3} = \frac{72}{28} = \boxed{\frac{18}{7}} \text{ (объем на 1/7)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
3 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Радома работа в процессе $1 \rightarrow 2$ равна $A_{1 \rightarrow 2} = S_p \frac{p_0}{p_0} \left(\frac{V_1}{V_0} \right)_{1 \rightarrow 2} p_0 V_0 = \frac{8p_0 + 5p_0}{2} \cdot (14V_0 - 8V_0) \text{ (трапециевидная трапецидиальная)} = 39p_0 V_0$.

Радома работа в процессе $2 \rightarrow 3$ равна $A_{2 \rightarrow 3} = 0$, так как в этом процессе $V = \text{const}$.

Радома работа в процессе $3 \rightarrow 1$ равна $A_{3 \rightarrow 1} = -S_p \frac{p_0}{p_0} \left(\frac{V_3}{V_0} \right)_{3 \rightarrow 1} p_0 V_0 = -\frac{8p_0 + 2p_0}{2} \cdot (14V_0 - 8V_0) \text{ (трапециевидная трапецидиальная)} = -30p_0 V_0$.

Таким образом, работа над за цикл равна $A = A_{1 \rightarrow 2} + A_{2 \rightarrow 3} + A_{3 \rightarrow 1} = 9p_0 V_0$.

Далее проверим, всегда ли работа в процессе $1 \rightarrow 2$ подтверждается темп. ~~При~~ При $V_1 \in [8V_0; 12V_0]$; $V_2 \in [8V_0; 12V_0]$; $T_1 \rightarrow T_2 \Rightarrow U_{1 \rightarrow 2} \rightarrow$ При этом совершается подтверждение работы (так как $V_{1 \rightarrow 2} \rightarrow$) \rightarrow темп можно подтверждать (но I начальну термодинамики: $\Delta Q = A_r + \Delta U$).

Пусть теперь $V_4 \in [12V_0; 14V_0]$. Тогда количество теплоты подтверждаемое между $12V_0$ и V_4 равно $\overset{\text{(но I H.m.)}}{U_{1 \rightarrow 4}} = A_r + \Delta U_4 = \text{здесь}$ определено работой: $i=3$; если для $V_4 = 12V_0$, то

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
Ч ИЗ 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{p_4}{p_0} = - \frac{72V_0}{2V_0} + 12 \frac{V_4}{V_0} = 6 \Leftrightarrow p_4 = 6p_0 \text{ дБ}$$

$$6p_0 + \left(-\frac{V_4}{2V_0} + 12 \right) p_0$$

$$\cdot (V_4 - 12V_0) \text{ (трапециевидная трапеция)} + \frac{3}{2} \nu R (T_4 - \frac{72p_0V_0}{\nu R}) = \frac{p_0}{2} \cdot (18 - \frac{V_4}{2V_0}) \cdot (V_4 - 12V_0) - \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{72p_0V_0}{\nu R} - \frac{p_0V_0}{2\nu RV_0} (-V_4^2 + 24V_4V_0) \right) = \frac{p_0V_0}{4} \left(36 - \frac{V_4}{V_0} \right) \left(\frac{V_4}{V_0} - 12 \right) - \frac{3}{2} \left(72p_0V_0 - \frac{p_0V_0}{2V_0} (-V_4^2 + 24V_4V_0) \right) = -108p_0V_0 - \frac{p_0V_0}{4} \cdot \left(\frac{V_4}{V_0} \right)^2 + 12p_0V_0 \cdot \frac{V_4}{V_0} - 108p_0V_0 - \frac{3p_0V_0}{4} \cdot \left(\frac{V_4}{V_0} \right)^2 + 18p_0V_0 \cdot \left(\frac{V_4}{V_0} \right) = -216p_0V_0 - p_0V_0 \cdot \left(\frac{V_4}{V_0} \right)^2 + 30p_0V_0 \cdot \frac{V_4}{V_0} = -p_0V_0 \left(\left(\frac{V_4}{V_0} \right)^2 - 30 \left(\frac{V_4}{V_0} \right) + 216 \right) = -p_0V_0 \left(\frac{V_4}{V_0} - 12 \right) \left(\frac{V_4}{V_0} - 18 \right) \geq 0 \Rightarrow \text{тепло подводится.}$$

Теперь проверим, всегда ли в процессе $3 \rightarrow 1$

подводится тепло; отметим на $3 \rightarrow 1$ точку $(\frac{V_5}{V_0}; \frac{p_5}{p_0})$,

при этом $\frac{V_5}{V_0} \in [8; 14]$. Тогда ($n_0 \sqsubset n, m$) $\Delta_{3 \rightarrow 5} = A_{3 \rightarrow 5} + \Delta U_{3 \rightarrow 5} = - \frac{2p_0 + (-\frac{V_5}{V_0} + 16)p_0}{2} \cdot (14V_0 - V_5) + \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{(-\frac{V_5}{V_0} + 16)p_0V_0}{\nu R} - \frac{28p_0V_0}{\nu R} \right) = -\frac{p_0V_0}{2} \left(\frac{V_5}{V_0} - 18 \right) \left(\frac{V_5}{V_0} - 14 \right) + \frac{3p_0V_0}{2} \left(-\left(\frac{V_5}{V_0} \right)^2 + \frac{1}{2} \right) = -\frac{p_0V_0}{2} \left(\left(\frac{V_5}{V_0} \right)^2 - 32 \left(\frac{V_5}{V_0} \right)_0 + 252 - 3 \left(\frac{V_5}{V_0} \right) - 18 \right) + 16 \left(\frac{V_5}{V_0} \right) - 28 = -\frac{p_0V_0}{2} \left(\left(\frac{V_5}{V_0} \right)^2 - \cancel{\frac{8}{2}} \left(\frac{V_5}{V_0} \right) + \cancel{\frac{210}{2}} - \cancel{\frac{3}{2}} \left(\frac{V_5}{V_0} \right)^2 + \cancel{16 \frac{24}{2}} \left(\frac{V_5}{V_0} \right) - \cancel{48} \right) = \frac{p_0V_0}{2} \left(\frac{1}{2} \left(\frac{V_5}{V_0} \right)^2 + \cancel{\frac{8}{2}} \left(\frac{V_5}{V_0} \right) - \cancel{\frac{105}{2}} \right) = p_0V_0 \left(\left(\frac{V_5}{V_0} + 2 \right)^2 - 109 \right)$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
5 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Решим пункт 1: $\frac{|\Delta U_{1 \rightarrow 2}|}{A} = \frac{\frac{3}{2}nR|T_2 - T_1|}{3V_0} = \frac{70 - 64}{160} = \boxed{1}$

(ответ на пункт 1)

Вернёмся к $A_{3 \rightarrow 5}$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

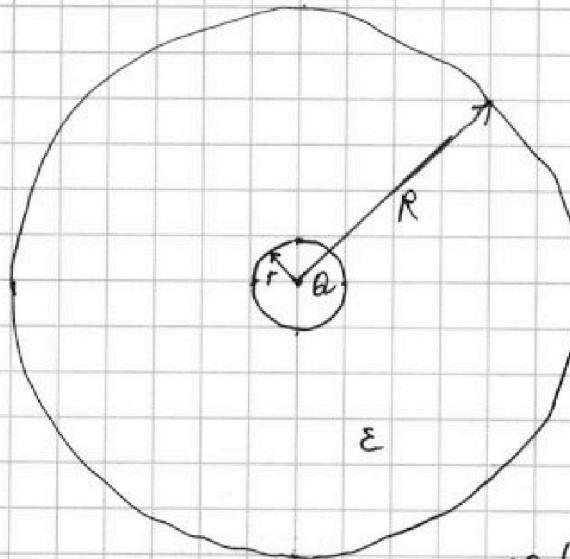


СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3

$$\varphi_0 \text{ вне шара} \Rightarrow \varphi_0 \leq \frac{k\alpha}{R}$$



Запишем формулу для φ в зависимости от x:

$$\varphi(x) = \begin{cases} \frac{k\alpha}{x}, & \text{если } x \in [0; R] \\ \frac{k\alpha}{\epsilon x}, & \text{если } x \in [R; \infty) \\ \frac{k\alpha}{x}, & \text{если } x \in [\infty; +\infty) \end{cases}$$

Найдем r → по графику $\frac{\varphi}{\varphi_0}(x)$:

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 \text{ и } \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0.$$

Если $r \geq \frac{2R}{3}$, то $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3k\alpha}{R}$ и $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3k\alpha}{2R}$, откуда $5\varphi_0 = \frac{5\varphi_0}{2}$, что неверно $\Rightarrow r < \frac{2R}{3}$.

Если $r < \frac{R}{3}$, то $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3k\alpha}{\epsilon R}$ и $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3k\alpha}{2R}$,

откуда $4\varphi_0 = \frac{5\varphi_0}{2}$, что неверно $\Rightarrow r > \frac{R}{3}$

$$\text{Итак, } r \in \left[\frac{R}{3}; \frac{2R}{3}\right] \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3k\alpha}{R} \Rightarrow 2\epsilon = \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{\frac{5\varphi_0}{2}}{\frac{3k\alpha}{2R}} = \frac{5\varphi_0}{3k\alpha} \Rightarrow \epsilon = \frac{5}{8}$$

8) по графику $r = \frac{5R}{6}$

(Ответ на пункт 2)

Если отмечалась по по графику, то $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{6k\alpha}{5\epsilon R}$.

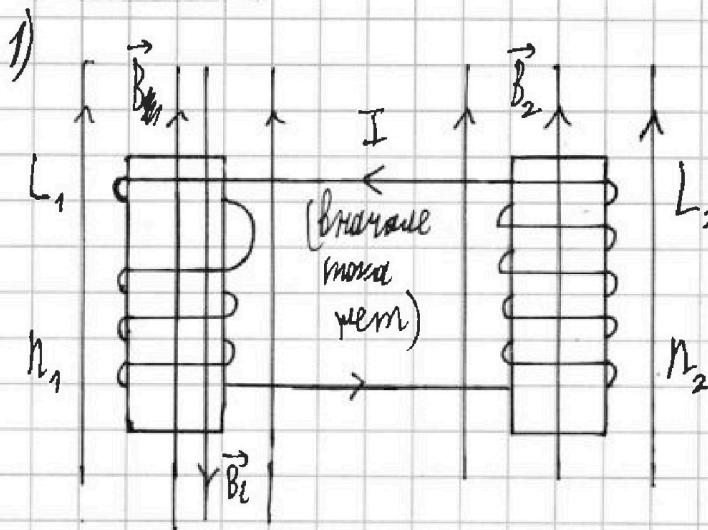
$$\text{Итак } \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \begin{cases} \frac{6k\alpha}{5\epsilon R}, & r < \frac{5R}{6} \\ \frac{6k\alpha}{\epsilon R}, & r > \frac{5R}{6} \end{cases}$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4



$B \uparrow \Rightarrow$ (по правилу лежача) возникает \vec{B}_i , препятствующее возрастанию B (магн.).
Но это потока через первую катушку

(так как $\Phi_1 = B S n_1$, а $B \uparrow$), то есть $\vec{B}_i \uparrow \uparrow \vec{B}$. По правилу буравчика: так напишем, как на рис.

было. По закону ЭМК: $E_i = -\Phi = -S n_1 B' \uparrow \uparrow$

(напишем, что $B' = \frac{\Delta B}{\Delta t}$ при $\Delta t \rightarrow 0$). Тогда

$|E_i| = (L_1 + L_2) I'$ (две эдс индуцированы по Модулю, так как известно, что эта будет возрастать из-за ~~потока~~ & увеличения E_i).

Последовательно, $I' (= |I'|)$ (напишем лучше) $= \frac{S n_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} =$

$$= \frac{d n_1 S}{17 L} \quad (\text{ответ на письме}) = \frac{d \cdot h \cdot S'}{L + 16 L} =$$

2) Пусть за малое время Δt Задастить, что в первом сечении



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) Буде озимый сорг зона посева и боярышник, если он не входит против газовой отравы (как это в первом). Тогда б-репка, если для $B \downarrow$, то (аналогично) I \downarrow фз. (~~но есть боярышник~~, ~~ошибочно~~
~~но сажать не буду~~ для нападения на § Б-репка, если для $B_2 \uparrow$, то (аналогично) I \downarrow фз. Б - мартиник, если для $B_2 \downarrow$, то (аналогично) I \uparrow фз. $\frac{d\ln S}{dL} = \frac{7B_0nS}{51L}$
 Б ~~будет~~ есть гусеницы 2: $B \downarrow$ и $B_2 \downarrow$ (не ме~~ни~~ти нападения) \Rightarrow ~~будет~~ $I \downarrow$ ~~из-за~~ ~~камуфляж~~ ~~тебе нрав~~
~~зеленая~~ \Rightarrow из-за $B \downarrow$ \Rightarrow зеленение B зеленое
~~зеленое~~ \downarrow зеленение B_2 зеленое \downarrow зона I.

Русло за ~~надол~~ брека \rightarrow dt (надол брека)

В земледелии $\Delta Y \rightarrow$ (задачи земельного участка)

$$\Rightarrow I_{\text{gennanwärts}} \text{ gilt nicht für } \frac{n_1 + S}{L_1 + L_2} dB = dI_{\text{gennanwärts}}$$

когда коэффициенты уменьшения B_2 на $dB_2 < 0$; и возрастания

balanced load $\Rightarrow \frac{n_2}{L_1 + L_2} \neq I_2 = \frac{I_k}{2} > 0$. Maximal voltage, $I_k =$

$$= \int_{B_0}^{B_0 + S} \frac{n_1 S'}{L_1 + L_2} dB - \int_{B_0}^{B_0 + S} \frac{n_2 S'}{L_1 + L_2} dB_2 = \frac{S'}{L_1 + L_2} \left(n_1 \left(\frac{B_0}{3} - B_0 \right) - n_2 \left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0 \right) \right) =$$

$$= \frac{S}{17L} \left(n \cdot \left(-\frac{2B_0}{3} \right) - 4n \cdot \left(-\frac{3B_0}{4} \right) \right) = \frac{S n B_0}{17L} \left(-\frac{2}{3} + 3 \right) = \boxed{\frac{7S n B_0}{51L}} \quad (\Rightarrow \text{нормаль згідно з компенс.}) *$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

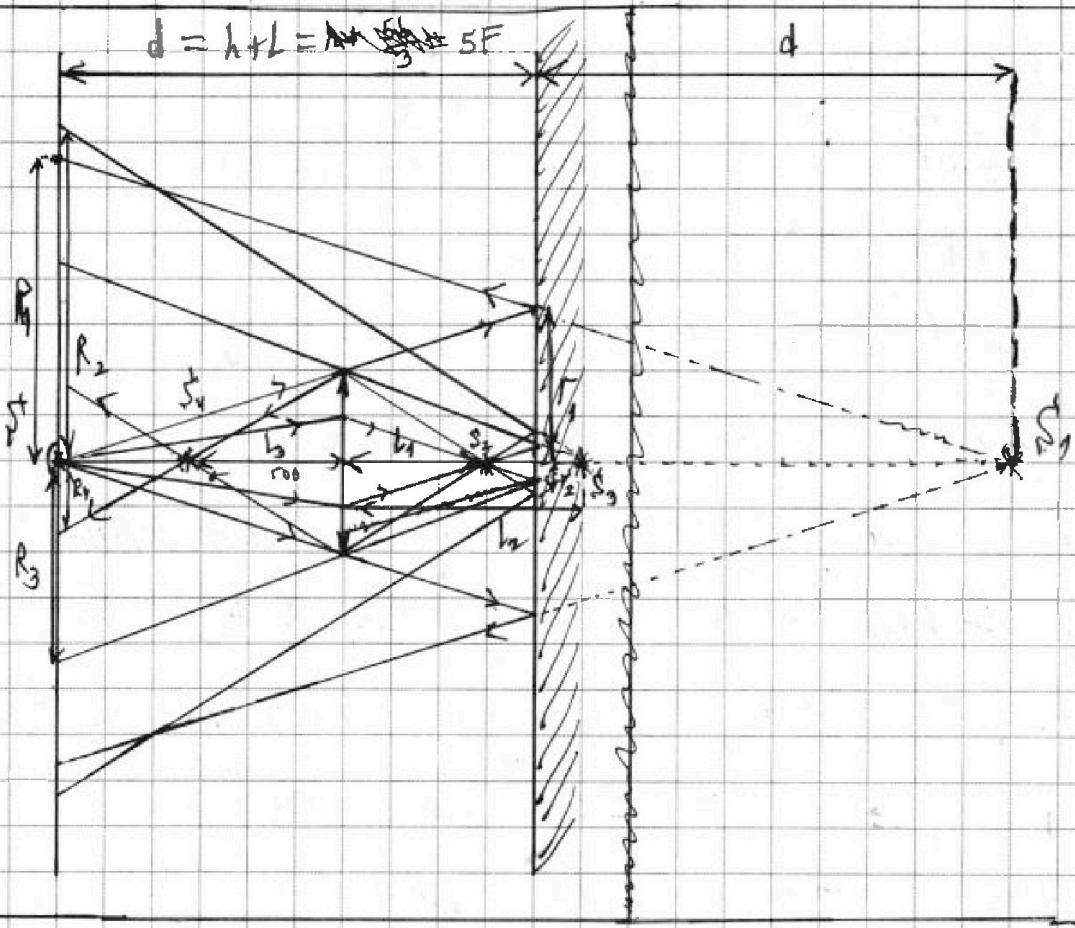
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5

Условие: $h = 3F$ и $L = 2F$



луч, исходящие из линзы, от которых обозначены
линейки на пути к зеркалу, дошли до зеркала,
отразились от него и ^{в⁸ попали на стекло очевидно,}
^{продолжение}
снова не пройдя через линзу). Таким образом
изображение S_1 в зеркале. Таким образом, мы
помним, что описанное выше лучи не освещают



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Перечисление QR-кода недопустимо!

~~одинаково с той же в виде~~
~~точка круга радиусом $R_1 = 2r$ (так как изображение и источник равноудалены от зеркала, а также из погодки 1-б), а также зеркала~~

У стены только круг радиусом $r_1 = r \cdot \frac{h+l}{h}$ (из погодки 1-б) $= r \cdot \frac{5}{3}$, а у стены только круг радиусом $R_1 = 2r_1 = \frac{10r}{3}$ (так как изображение и источник равноудалены от зеркала).

Далее Теперь рассмотрим лучи, прошедшие через линзу по пути к зеркалу. Так как

$a > F$, то $h > F$, то по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{l_1} \Leftrightarrow l_1 = \frac{3F}{2} < l \Rightarrow \text{такие лучи освещают на зеркале только круг радиусом } r_2 = r \cdot \frac{l - l_1}{l} \text{ (из погодки 1-б)} = \frac{5}{3}, \Rightarrow S_{\text{н.з.}} = \pi r_1^2 - \pi r_2^2 = \pi \left(\frac{25r^2}{9} - \frac{r^2}{9} \right) = \frac{8\pi r^2}{3} = \boxed{\frac{200}{3}\pi \cdot \text{мл}^2} \text{ (ответ на пункт 1)}$$

Также отраженные от зеркала описанные выше лучи могут пройти через линзу, а могут и обогнуть её. Значит, что обе ~~полученны~~ лучей образуют изображение S_2^1 (действительное), а одно, в свою очередь, —

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
3 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

S_3 б) зеркало (дешевое). Такое образование, расстояние между S_3 и линзой равно $L_2 = L_1 + 2(L - L_1) =$

$= 2L - L_1 = \frac{SF}{2} > F$. Такое образование, между,

* прошедшее через линзу в первый раз, но не прошедшее через второй, равно ~~образовано~~ ^{освещают} на стекле

кошку, ограниченное опоружением радиусами

$$\text{радиусами } R_{\frac{3}{3}} = r \cdot \frac{L_2 + h}{L_2} = r \cdot \frac{11}{5} \text{ и } R_2 = r_2 \cdot \frac{h + L_2}{L_2 - h} =$$

$= \frac{r}{3} \cdot \frac{11}{1} = \frac{11r}{3}$. Теперь посмотрим на мышь,

прошедшее через линзу еще раз. Оно образует

S_4 (дешевый метод). Но формула той же: $\frac{1}{P} =$

$$= \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} \Leftrightarrow L_3 = \frac{\frac{1}{P}}{\frac{1}{L_2} - \frac{2}{SF}} = \frac{SF}{3} < h. \text{ Значит такие}$$

мыши освещают на стекле круг радиусом

$$R_4 = L_3 \cdot \frac{h - L_3}{L_3} = \frac{4r}{5}. \quad \text{на стекле}$$

Значит, что $R_4 < R_3 < R_2 < R_1 \Rightarrow$ не освещаются

кошку, ограниченное опоружением радиусами R_4 и $R_3 \Rightarrow$

$$\Rightarrow S_{\text{вс}} = \pi(R_3^2 - R_4^2) = \pi \left(\frac{121r^2}{9} - \frac{16r^2}{25} \right) = \frac{105r^2}{81} = \frac{105 \cdot 100}{81} \text{ см}^2$$

$$= \pi \cdot \frac{(55^2 - 16) \text{ см}^2}{9} = \frac{3025 - 144}{9} \text{ см}^2 = \frac{2881}{9} \pi \cdot 5 \text{ см}^2 \quad \text{(ответ на пятом)}$$

Ответ: 1) $\frac{200}{3} \pi \cdot \text{см}^2$, 2) $\frac{2881}{9} \pi \cdot \text{см}^2$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\hookrightarrow S_{\text{н.с.}} = \pi(R_3^2 - R_4^2) = \pi r^2 \left(\frac{121}{25} - \frac{16}{25} \right) = \pi r^2 \cdot \frac{105}{25} = \\ = [105\pi \cdot \text{см}^2] \text{ (ответ на пункт 2)}$$

Ответ: 1) $\frac{200}{3}\pi \cdot \text{см}^2$; 2) $105\pi \cdot \text{см}^2$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

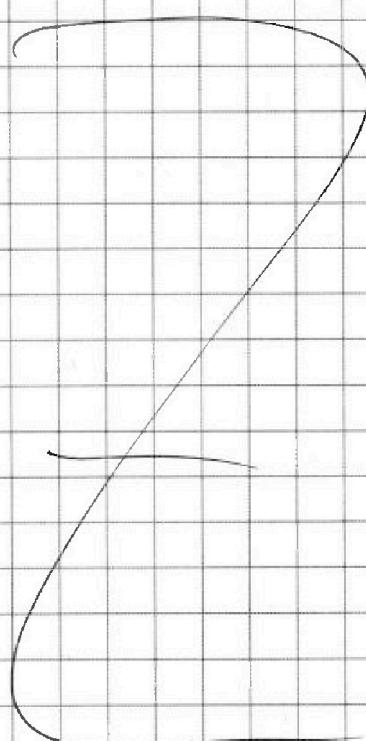
5

6

7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается чёрновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

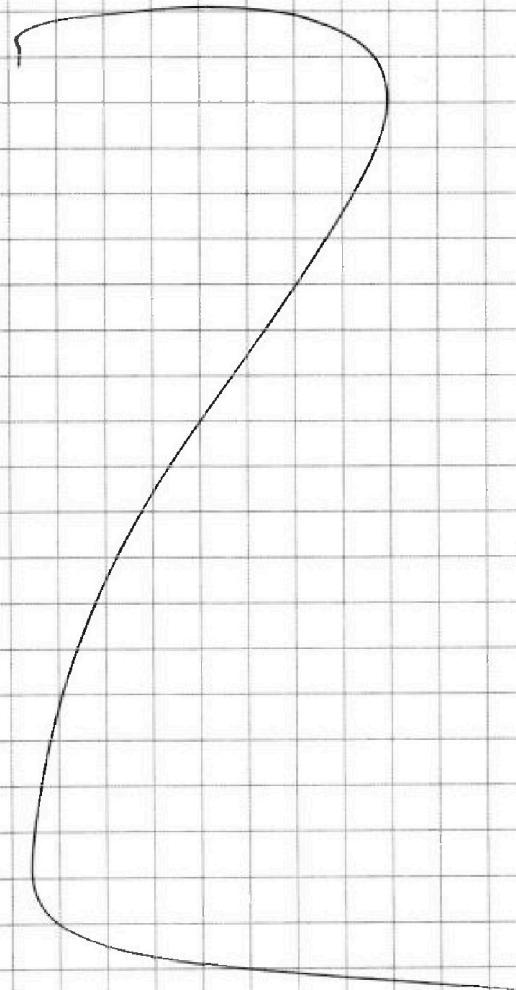
5

6

7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

5

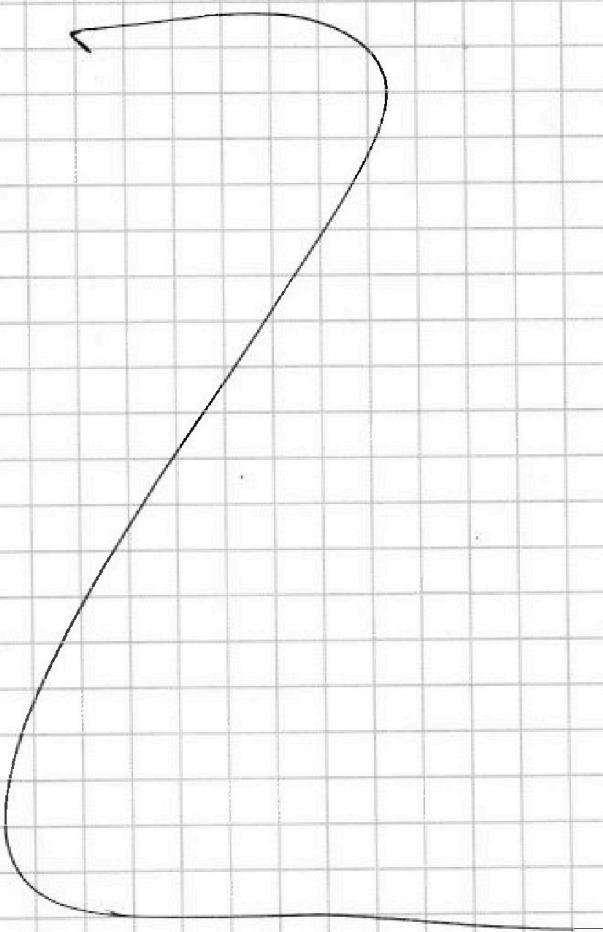
6

7

СТРАНИЦА

ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

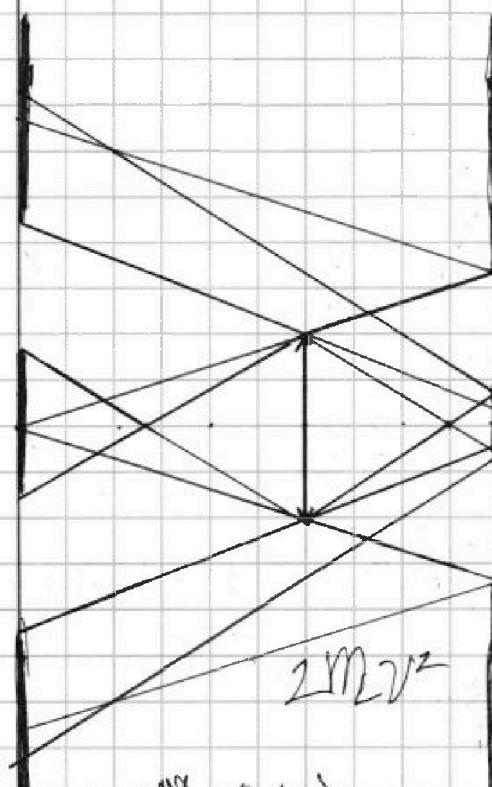


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

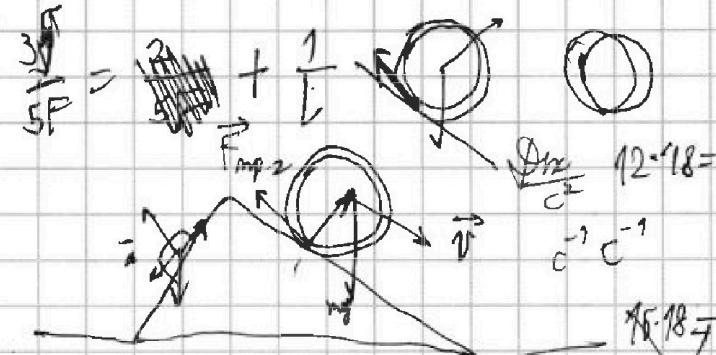
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик



$$2mg \sin(\alpha_1) \sin(\alpha_2)$$

$$4m \sin(\alpha_2) = -F_{mp2}$$



$$I = 2mR$$

$$\frac{I \omega^2}{2} = 836 = 208$$

$$F_{mp2} = \frac{I \omega^2}{2m}$$

$$\alpha = \frac{F_{mp2}}{2m}$$

$$F_{mp2} = ma$$

$$m = I \omega / R$$

$$F_{mp2} \cdot R = 2m \cdot R \cdot \frac{\alpha_2}{R}$$

$$F = ma$$

$$F_R = mR \cdot \alpha$$

$$\frac{m \cdot \omega^2 \cdot R}{2}$$

$$\mu \cdot m \cdot \frac{\omega^2}{R} \vec{F}_{mp2}$$

$$\mu \cdot m \cdot \frac{\omega^2}{R}$$

$$mg \sin(\alpha_2)$$



$$mg \sin(\alpha_2) - \mu \cdot mg \cos(\alpha_2) = m \cdot a_R$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

$$\varphi_0 \leq \frac{k\alpha}{R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{3k\alpha}{R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{3k\alpha}{8R}$$

$$4\varphi_0 = \frac{3k\alpha}{2R}$$

$$4\varphi_0 = \frac{3k\alpha}{8R}$$

$$\varphi_0 > \frac{3k\alpha}{5R}$$

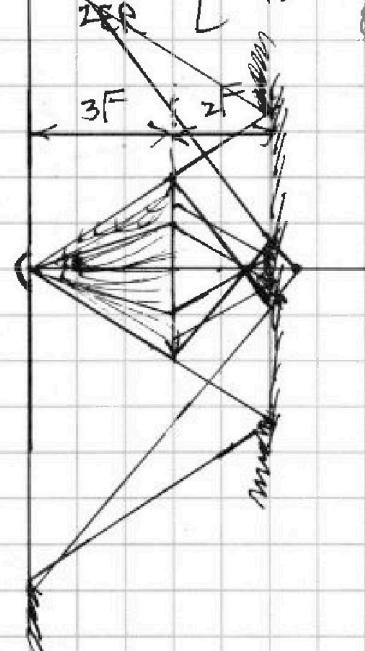
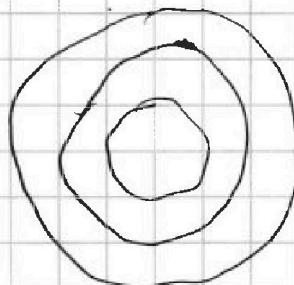
$$\varphi_0 = \frac{3k\alpha}{5ER}$$

$$\varphi_0 = \frac{3k\alpha}{8R}$$

$$\varphi_0 = \frac{3k\alpha}{8ER}$$



$R/3$



$$\frac{M}{3F} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$$

$$\frac{3F}{2}$$